

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 31 17 790 A 1**

⑤① Int. Cl. 3:
G01K7/26

⑳ Aktenzeichen:
㉔ Anmeldetag:
㉕ Offenlegungstag:

P 31 17 790.5
6. 5. 81
25. 11. 82

⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

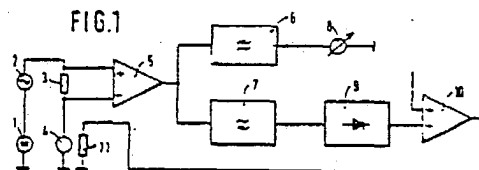
⑦② Erfinder:
Dietz, Hermann, Dr., 7016 Gerlingen, DE; Grob, Ferdinand,
Dipl.-Ing., 7122 Besigheim, DE; Müller, Klaus, Dr., 7148
Tamm, DE; Raff, Lothar, 7148 Remseck, DE; Rieger, Franz,
Ing.(grad.), 7080 Aalen, DE; Wiedenmann, Hans-Martin,
Dr., 7000 Stuttgart, DE

DE 31 17 790 A 1

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zur Temperaturmessung bei Sauerstoffsonden**

Es wird ein Verfahren vorgeschlagen, das zur Temperaturmessung bei Grenzstromsonden oder Sauerstoffsonden mit Festelektrolyt dient. Neben der Gleichspannung wird die Grenzstromsonde oder Sauerstoffsonde mit einer Wechselspannung geringer Amplitude und hoher Frequenz beaufschlagt, und neben dem fließenden Gleichstrom auch der fließende Wechselstrom gemessen. Der fließende Wechselstrom ist dabei ein Maß für die Temperatur der Sonde. Bei einer Meßvorrichtung wird der Wechselanteil vom Gleichanteil getrennt, gleichgerichtet und dient zur Temperaturanzeige. Ist die Grenzstromsonde beheizbar, ist das temperaturabhängige Signal zur Regelung dieser Heizvorrichtung geeignet.

(31 17 790)



DE 31 17 790 A 1

R. 6947

Fd/Jä 22:4.1981

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart 1

Ansprüche

1. Verfahren zur Messung der Temperatur von Grenzstromsonden, die von einer Gleichspannungsquelle gespeist werden oder von Sauerstoffsonden mit Festelektrolyt, deren Strom bzw. Spannung ein Maß für die Gaszusammensetzung ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Sonde (4) von einer Wechselspannungsquelle (2) gespeist wird und die Höhe des fließenden Wechselstromes ein Maß für die Temperatur der Sonde ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Grenzstromsonden die Amplitude der Wechselspannung kleiner als der Grenzstrombereich ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Amplitude der Wechselspannung 10 % der Gleichspannung beträgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wechselspannung eine Frequenz von mehr als 1000 Hz hat.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die gemessene Temperatur als Regelgröße zur Temperaturregelung der Sonde dient.

6. Vorrichtung zur Messung der Temperatur von Grenzstromsonden mit einer Gleichspannungsquelle oder von spannungsabgebenden Sauerstoffsonden mit einer Strommeßvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß eine Wechselspannungsquelle (2) vorgesehen ist, deren Ausgangsspannung der Gleichspannungsquelle (1) überlagert ist und daß ein Hochpaß (7) und ein Tiefpaß (6) vorgesehen sind, die das von der Strommeßvorrichtung (3) aufgenommene Signal nach Gleich- und Wechselspannungsanteil trennen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Strommeßvorrichtung (3) als in Reihe mit den Spannungsquellen (1, 2) geschalteter Widerstand ausgebildet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal des Hochpasses (7) einem Gleichrichter (9) zugeführt ist.

...

3117790

05.05.01

6947

- 3 -

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Wechselstromsignal einer Regelvorrichtung (10) zugeführt ist, an deren Ausgang eine Heizvorrichtung (11) zur Beheizung der Grenzstromsonde (4) angeschlossen ist.

R. 6947

Fa/Jä 22.4.1981

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart 1

Verfahren und Vorrichtung zur Temperaturmessung bei
Sauerstoffsonden

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren nach der Gattung des Hauptanspruchs. Grenzstromsonden und Sauerstoffsonden sind bereits aus vielen Veröffentlichungen bekannt. Aus der DE-OS 27 44 844 ist es beispielsweise bekannt, die Grenzstromsonde zur Erwärmung mit einer elektrischen Stromquelle zu verbinden und nach dem Erreichen der vorgegebenen Temperatur von der Stromquelle auf eine Regeleinrichtung umzuschalten, die die Temperatur des Sensors konstant hält. Zu diesem Zweck weist die Sonde einen Temperatursensor auf, mit dem die Temperatur im Sondenbereich gemessen wird. Dieses Vorgehen hat den Nachteil, daß im Sondenbereich ein weiterer Meßfühler erforderlich ist, der einerseits Platz beansprucht und andererseits elektrische Verbindungsleitungen aufweisen muß. Dadurch wird die Zahl der Meßleitungen erhöht und die Grenzstromsonde läßt sich nicht in ihren Abmessungen verringern.

...

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß die Sonde selbst als Temperaturmeßvorrichtung Verwendung findet. Zusätzliche Temperaturmeßfühler und Zuleitungen zu ihr sind nicht erforderlich.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich. So ist es vorteilhaft, die Amplitude der Wechselspannung klein im Verhältnis zur Gleichspannung zu machen. Als besonders günstiger Wert hat sich bei Grenzstromsonden eine Wechselspannungsamplitude von etwa 10 % der Gleichspannung erwiesen, während bei λ -Sonden auch höhere Wechselspannungen vorteilhaft sind, soweit der maximale Strom durch die Sonde nicht überschritten wird. Günstig ist es, wenn die Wechselspannung eine Frequenz von mehr als 1000 Hz aufweist. Weiterhin ist es vorteilhaft, die gemessene Temperatur als Regelgröße zur Temperaturregelung der Sonde zu verwenden. Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß die Temperatur direkt an der Meßvorrichtung erfaßt wird.

Bei einer Vorrichtung zur Messung der Temperatur von Grenzstromsonden oder Sauerstoffsonden ist es vorteilhaft, das Ausgangssignal, das sich durch die Speisung der Grenzstromsonde mit einer Wechselspannungsquelle und einer Gleichspannungsquelle ergibt, mittels eines Hochpasses und eines Tiefpasses nach Wechsel- und Gleichanteil zu trennen. Dies ist eine einfache und

leicht realisierbare Ausgestaltung der Vorrichtung. Als Strommeßvorrichtung eignet sich besonders ein in Reihe mit den Spannungsquellen geschalteter Widerstand, an dem eine dem Strom proportionale Spannung abfällt. Die Auswertung des gewonnenen Wechselspannungssignals erfolgt zweckmäßigerweise dadurch, daß das Ausgangssignal des Hochpasses einem Gleichrichter zugeführt ist. Das Ausgangssignal des Gleichrichters ist mittels eines Meßinstrumentes darstellbar oder wird einer Regelvorrichtung zugeführt, an deren Ausgang beispielsweise eine Heizvorrichtung zur Beheizung der Grenzstromsonde angeordnet ist. Durch die letztere Maßnahme läßt sich die Betriebstemperatur der Grenzstromsonde auf einfache Art und Weise und ohne zusätzliche Fühler und Meßleitungen konstant halten.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Fig. 1 zeigt eine Meß- und Regelvorrichtung zur Konstanthaltung der Temperatur nach der Erfindung, die Fig. 2 zeigt Diagramme zur Erläuterung der Wirkungsweise der Erfindung.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Der Aufbau und die Wirkungsweise von Grenzstromsonden ist beispielsweise in der DE-OS 27 11 880 ausführlich beschrieben. Solche Sonden weisen einen zwischen zwei Elektroden liegenden ionenleitenden Festelektrolyten auf, wobei die beiden Elektroden gasdurchlässig sind und mit einer Meßspannung beaufschlagt sind. Je nach Sauerstoffgehalt in dem zu messenden Gas stellt sich

....

dabei ein höherer oder niedriger Diffusionsgrenzstrom ein, der wie das Wort sagt, durch die Diffusionsgeschwindigkeit der ankommenden Sauerstoffmoleküle zu einer der Elektroden beschränkt ist. Sonden dieser Bauart weisen bei einem bestimmten Sauerstoffgehalt im Abgas beispielsweise einer Brennkraftmaschine eine Kennlinie gemäß Fig. 2a auf. Dort ist der an der Grenzstromsonde gemessene Strom in bezug zur anliegenden Spannung dargestellt, wobei sich zeigt, daß bei einer bestimmten Sauerstoffkonzentration über einen bestimmten Meßspannungsänderungsbereich der gemessene Strom konstant bleibt.

Grenzstromsonden müssen im aktiven Bereich auf Temperaturen zwischen 500° und 700° C erwärmt werden, um den sogenannten Austauschstrom größer als den diffusionsbegrenzten Grenzstrom zu halten. Obwohl die Grenzstromsonde in einem weiten Temperaturbereich von etwa 100° nahezu unbeeinflusst von der momentanen Temperatur mißt, sind die Temperatur- und Geschwindigkeitsschwankungen des Meßgases oft so groß, daß die Temperatur an der Meßsonde kontrolliert und gegebenenfalls geregelt werden muß.

Die Grenzstromsonde ist nun ein Zweigrößensystem, dessen Ausgangsgröße, der Grenzstrom, sowohl auf Sauerstoffänderungen als auch auf Spannungsänderungen anspricht. Das dynamische Verhalten der Grenzstromsonde bezüglich Spannungsänderungen hängt sehr stark von der Frequenz ab, mit der die Sonde spannungserregt wird. Bei niedrigen Frequenzen ist der Grenzstrom im Grenzstrombereich unabhängig von Spannungsänderungen. Mit zunehmender Frequenz stellen sich jedoch Stromänderungen ein, die sich ab Frequenzen von etwa

...

1 kHz an proportional zu den angelegten Spannungsänderungen verhalten. Bildet man dann den sogenannten Wechselstromwiderstand, so erweist sich dieser kleiner als der Gleichstromwiderstand des Elektrodensystems. Dieser Wechselstromwiderstand R_w ist temperaturabhängig und verhält sich bei steigender Temperatur wie eine abklingende e-Funktion. Dies ist in Fig. 2b dargestellt.

Der gleiche Effekt tritt auch bei weiteren Sauerstoffsonden auf, die Festelektrolyten aufweisen, beispielsweise der λ -Sonde, die in Bosch, Kraftfahrtechnisches Taschenbuch, 18. Aufl, S. 275ff. ausführlich beschrieben ist.

Dieser Umstand läßt sich nun dazu benutzen, um die Sondentemperatur im Meßzustand zu bestimmen und gegebenenfalls die Sondenheizung so zu regeln, daß eine vorgegebene Solltemperatur eingehalten wird. Zu diesem Zweck wird die Grenzstromsonde nicht nur mit einer Gleichspannungsquelle gespeist, sondern es wird des weiteren eine Wechselspannungsquelle an die Grenzstromsonde oder λ -Sonde angeschlossen. Bei der Messung verändert dieser Wechselspannungsanteil den Gleichstrom in Abhängigkeit von der Sauerstoffkonzentration nicht, da im Grenzstrombereich a Spannungsschwankungen keinen Einfluß haben. Der Gleichstromanteil ändert sich daher durch das Hinzufügen einer Wechselspannungsquelle nicht, so daß das Ausgangssignal wie üblich zur Bestimmung der Sauerstoffkonzentration verwendbar ist. Der Wechselstrom, dessen Größe nur durch den Wechselstromwiderstand der Sauerstoffsonde bestimmt ist, ist nun getrennt herausfilterbar, wobei der fließende Strom ein Maß

für die Temperatur ist und zur Anzeige oder zur Regelung verwendbar ist. Die Amplitude der Wechselspannung ist bei Grenzstromsonden durch die Größe des Grenzstrombereiches a begrenzt. Günstig haben sich Amplitudenwerte der Wechselspannung in Größenordnung von etwa 10 % der Gleichspannung bewährt. Bei Lambda-Sonden ist die Amplitude der Wechselspannung im weiten Bereich für wählbar und nur durch den maximalen Strom begrenzt, mit dem die Sonde belastbar ist. Die Wechselspannung selbst weist vorteilhafterweise eine Frequenz von mehr als 1000 Hz auf, wobei sich Frequenzen im Bereich von 5000 Hz gut bewährt haben.

Die Fig. 1 zeigt als Beispiel eine Regeleinrichtung zur Regelung der Temperatur einer Grenzstromsonde. Eine Gleichspannungsquelle 1 und eine Wechselspannungsquelle 2 sind über einen Widerstand 3 mit einer Grenzstromsonde 4 verbunden und bilden einen geschlossenen Stromkreislauf. An die beiden Enden des Widerstandes 3 ist ein Differenzverstärker 5 angeschlossen, dessen Ausgang einerseits mit einem Tiefpaß 6, andererseits mit einem Hochpaß 7 verbunden ist. Dem Tiefpaß 6 folgt ein Meßinstrument 8. Dem Hochpaß 7 folgt ein Gleichrichter 9, dessen Ausgang dem invertierenden Eingang einer als Differenzverstärker ausgebildeten Regelschaltung 10 zugeführt ist. Der Sollwert wird beispielsweise mit einem nicht dargestellten Potentiometer vorgegeben und dem nicht invertierenden Eingang des Differenzverstärkers 10 zugeführt. Der Differenzverstärker 10 steuert mit oder ohne Endstufe einen Heizwiderstand 11 an, der zur Beheizung der Grenzstromsonde dient.

...

Am Widerstand 3 fällt eine Spannung ab, die aus einem Gleichanteil und einem überlagerten Wechselanteil besteht. Der Gleichanteil wird durch die Sauerstoffkonzentration an der Grenzstromsonde 4 bestimmt. Der Wechselanteil wird durch den Wechselstromwiderstand der Grenzstromsonde 4 bestimmt, der temperaturabhängig ist. Diese Spannung wird mittels des Differenzverstärkers 5 abgegriffen und verstärkt. Der Tiefpaß 6 unterdrückt die Wechselanteile der Spannung am Widerstand 3. Der Tiefpaß ist dabei so ausgelegt, daß die Frequenz der Wechselspannungsquelle 2 den Tiefpaß 6 nicht mehr passieren kann. Am Meßinstrument 8 steht daher eine Anzeige zur Verfügung, die der Sauerstoffkonzentration an der Grenzstromsonde proportional ist. Der Hochpaß 8 ist so ausgelegt, daß der Gleichspannungsanteil nicht passieren kann. Von ihm werden nur Wechselspannungssignale durchgelassen. Um die Anordnung störsicherer zu machen, ist es ebenfalls möglich, anstatt eines Hochpasses einen Bandpaß zu verwenden, der nur die Frequenz der Wechselspannungsquelle 2 passieren läßt. Das reine Wechselspannungssignal wird durch einen Spitzenwertgleichrichter 9 gleichgerichtet, so daß das Ausgangssignal am Gleichrichter 9 von der Temperatur abhängt. Dieses Signal dient zur Anzeige der Temperatur. Durch den als Regelschaltung ausgebildeten Differenzverstärker 10 ist das Ausgangssignal des Gleichrichters 9 zur Regelung eines Heizwiderstandes 11 verwendbar. Das gleichgerichtete Wechselspannungssignal wird dabei mit einem Sollwert verglichen und ein Heizwiderstand 11 damit gesteuert, daß die Sondentemperatur konstant bleibt. Temperatur- und Geschwindigkeitsschwankungen des Meßgases sind so ausgleichbar, so daß die Sondentemperatur den zulässigen Bereich nicht verläßt.

V1
 -11-

Nummer: 3117790
 Int. Cl.³: G01K 7/26
 Anmeldetag: 6. Mai 1981
 Offenlegungstag: 25. November 1982

